洛伦兹变换与电动力学的比较

汤克云

中国科学院地质与地球物理研究所

kytang@mail.igcas.ac.cn

摘 要

爱因斯坦十分明确地指出，狭义相对论来自于麦克斯韦电动力学；费因曼对麦克斯韦电动力学给予极高的评价。鉴于两种理论都涉及匀速运动电荷的电磁场，将狭义相对论的核心洛伦兹变换与电动力学比较，是合理和必要的。 比较的结果是：电动力学没有使用任何假设，求出了匀速运动电荷的正确电磁场，所有的推理过程都符合公认的逻辑法则，符合公认的经验事实，结论是严谨可靠的；用洛伦兹变换也可以求出匀速运动电荷的电磁场，但是，它使用了两个假设—‘光速不变原理’和‘相对性原理’，这两个假设存在逻辑失误，导出的动尺收缩和动钟膨胀是虚拟的数学表达式，不是真实的物理时空。

关键词： 电动力学，洛伦兹变换，电磁场，库伦势，李纳-维谢势，动尺收缩

The comparison between Lorentz transformation and electrodynamics

Keyun Tang

Institute of geology and geophysics, Chinese academy of sciences

kytang@mail.igcas.ac.cn

Abstract

Einstein made it very clear that special relativity came from Maxwell electrodynamics; Feynman spoke extreme highly of Maxwell electrodynamics. Since both theories involve electromagnetic fields of uniformly moving charges, it is reasonable and necessary to compare Lorentz transformation with electrodynamics. The results of comparison are as follows: the correct electromagnetic field of uniform moving charge is obtained by electrodynamics without any hypothesis, all the reasoning processes are in line with the accepted logic law and the accepted empirical facts, and the conclusion is rigorous and reliable; Lorentz transformation can also be used to find the electromagnetic field of uniform moving charge, but it uses two assumptions - "the principle of constancy of light speed" and "the principle of relativity", these two assumptions have logical errors, the resulting ruler and clock are virtual mathematical expressions, not real physical space-time.

Key words: electrodynamics, Lorentz transformation, electromagnetic field, Coulomb potential, Lienard-Wiechert potential, moving scale contraction

一、 关于洛伦兹变换的争论

为了解释迈克尔逊干涉实验，洛伦兹率先於 1895 年提出了电子收缩理论，并于 1904 年率先给出了洛伦兹变换的公式；但是，洛伦兹认为：其中的时间变换只是一种数学技巧，变换后的时间不是真实的时间，伽利略变换是正确的。

爱因斯坦从光速不变原理和伽利略相对性原理出发，导出了两个惯性系之间的坐标变换关系，该变换的数学形式与洛伦兹十年前导出的洛伦兹变换相同。但是，爱因斯坦认为：由这个洛伦兹变换给出的动尺收缩和动钟膨胀代表了自然界的真实时空。伽利略变换是不正确的。

二、 狭义相对论与电动力学的关系

爱因斯坦在《狭义与广义相对论浅说》中，十分明确地强调：狭义相对论是从电动力学和光学发展出来的；狭义相对论对理论的预料并未作多少修改，但大大简化了定律的推导。

费因曼对麦克斯韦电动力学给出极高的评价，认为："一万年以后看，19 世纪最为重要的事件毫无疑问是麦克斯韦发现了电动力学的定律。"，

我们仔细阅读了麦克斯韦的电动力学理论，发现：电动力学的理论，没有使用任何假设，所有推理都是严谨的，符合公认的逻辑法则，符合公认的经验事实。

而狭义相对论经过一百多年的发展，其中的两个基本原理-- “光速不变原理”和“伽利略相对性原理”仍然是两个假设，这是不可思议的。如果这两个基本原理确实是正确的，应该作为公理或公设出现在狭义相对论中；如果这两个基本原理存在逻辑瑕疵，首先应该消除这些瑕疵。

这就是说，电动力学是正确的，狭义相对论等待检验，应该用电动力学的理论去检验狭义相对论的假设。

三、 匀速直线运动点电荷的电场

在真空实验室中，一个静止的点电荷的电势是库伦势

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R} \tag{1}$$

其中，q 是点电荷的电量，ε_0 是真空中的介电常数，R 是场点（观测者）至电荷的距离。

我们已经证明：如果点电荷以速度 $\vec{u}$ 相对于实验室中作匀速直线运动，点电荷的电势不再是库伦势，而是变为李纳–维谢势

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R(1-\vec{\beta}\bullet\vec{e}_r)} \tag{2}$$

其中，q 是点电荷的电量，ε_0 是真空中的介电常数，R 是场点（观测者）至电荷的距离；$\beta \equiv \frac{u}{C_0}$ 是电荷相对于实验室的归一化速度，C_0 是在源观相对静止条件下的电磁波在真空中的速度，$\vec{e}_r$ 是从点电荷指向场点（观测者）的单位矢量。

比较（1）与（2），可以十分清楚地看到：对于同一个源电荷，库伦势是相对于电荷静止的观测者观测到的电势，李纳-维谢势是相对于电荷运动的观测者观测到的电势，两者是显著不同的！

没有任何理由认为：两个作相对匀速直线运动的观测者观测同一个源电荷，观测结果是相同的！

在洛伦兹变换中，之所以出现这样的误解，是因为从根本上错误解读了伽利略航船实验。 匀速直线运动的伽利略航船实验与匀速直线运动点电荷的电场，物理本质是相同的。

在伽利略航船实验中，无论航船静止于码头或相对于码头作匀速直线运动，航船内的力学规律确实相同。那不是因为两个相对运动的观测者观测同一个力学过程的物理规律相同，而是因为：航船静止于码头或相对于码头作匀速直线运动，确保了在每一艘航船内，源观之间的相对运动状态不变，所以，确保了力学规律不变！

再次强调：伽利略航船实验的本质，不是在两个参考系观测同一个物理实验，而是分别在两个实验室实施并观测同样的物理过程，是一观测一源，每个源观对之间的相对运动状态相同，所以物理规律相同。

假如是由两个相对匀速直线运动的观测者观测同一个物理实验，是二观测一源，结果肯定不同，正如本节开头部分所证明的。

结论是：伽利略对航船实验的表述是正确的，伽利略相对性原理的解释是错误的。两个相对匀速直线运动的观测者观测同一个点电荷，电磁场肯定是不同的，电动力学的论述是完全正确的。狭义相对性原

理不能成立。

四、 洛伦兹变换对真实时空的扭曲

在导出洛伦兹变换的过程中，用到了“光速不变原理”和“相对性原理”。

首先，我们已经证明：“光速不变原理”是在源观相对静止情况下的特殊原理，对于源观相对运动的情况，并不成立。而洛伦兹变换，正是要处理两个惯性系之间的相对运动，“光速不变原理”当然不适用。

其次，我们在第三节已经证明：对于二观一源的情况，相对性原理不成立。而洛伦兹变换，要处理两个观测者相对于同一个源电荷的运动，正是属于二观一源的情况，“相对性原理”当然也不成立。

现在，回看（2），这是电动力学正确理解的匀速直线运动点电荷的场。

洛伦兹变换的理解是：这个李纳-维谢势与库伦势是相同的，只需要

$$\varphi_* = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R(1-\vec{\beta}\bullet\vec{e}_r)} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R_*} \tag{3}$$

即动尺测量的距离与静尺测量的距离的关系是

$$R_* = R(1-\vec{\beta}\bullet\vec{e}_r) \tag{4}$$

这就是说，由于相对运动，动尺被压缩了，这正是洛伦兹变换的时空观。

被爱因斯坦和费因曼大力赞扬，被所有物理学家一致赞同的电动力学，已经清楚地证明，李纳-维谢势与库伦势是不相同的，（4）不可能真实地成立。

显然，关系式（4）只是一个虚幻的数学关系式，并非真实的物理关系。结论是：在洛伦兹变换的推导过程中，用到的“光速不变原理”和“相对性原理”缺乏合理的逻辑基础，由此导出的动尺收缩和时间膨胀是虚幻的，没有真实的物理意义。

五、 讨论

洛伦兹变换导出了在两个惯性系中的观测者的坐标之间的关系，试图找出在两个惯性系中的物理规律之间的关系；但是，由于推导所依据的两个基本原理不成立，导出的洛伦兹时空是虚幻的，不是真实的物理时空。

应当另辟蹊径，从物理源头考虑物理规律与源观相对运动的关系，我们将用“源观相对性原理”取代“洛伦兹相对性原理”。

参考文献

[1].爱因斯坦，狭义与广义相对论浅说，北京大学出版社，2006.1，北京.

[2].J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1975.

[3].胡友秋 程福臻，电磁学与电动力学（下册），科学出版社，2014.6，第二版，北京.

[4].赵凯华 罗蔚茵，新概念物理教程--力学，高等教育出版社，2004.7，第二版，北京.

[5].刘辽 费保俊，狭义相对论，科学出版社，2008.7，第二版，北京.
[6].汤克云，比较洛伦兹变换和推迟电磁场的独立实验，中国科学院预印本平台，2016.6.16.